

## ⑪ 公開特許公報 (A) 昭62-95952

⑫ Int.Cl.<sup>4</sup>H 02 K 21/14  
7/09  
7/18

識別記号

府内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)5月2日

G-7154-5H  
6650-5H

A-6650-5H 審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 発電機

⑮ 特願 昭60-234455

⑯ 出願 昭60(1985)10月22日

⑰ 発明者 横野直行 東京都西多摩郡瑞穂町殿ヶ谷229 石川島播磨重工業株式会社瑞穂工場内

⑱ 出願人 石川島播磨重工業株式 東京都千代田区大手町2丁目2番1号  
会社

⑲ 代理人 弁理士 絹谷信雄

## 明細書

## 1. 発明の名称

発電機

## 2. 特許請求の範囲

高圧流体の海底流路内に組み込まれ流体エネルギーによって発電する発電機において、その軸芯が上記流路に沿うように高耐圧の円筒状本体を配設し、該本体の内部に磁気軸受を介して本体軸芯と同一軸芯で回転する回転子を設け、該回転子の外周に極性の異なる磁極フィンを螺旋状に偶数極一体形成し、該フィンと対向する上記本体の外周に固定コイルを抱き込んだ固定子を取付けてなることを特徴とする発電機。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は高圧流体の海底流路内に組み込まれ、流体エネルギーによって発電する発電機に係り、特に石油の自噴エネルギー等を利用して、海底の坑口装置等の電力を洋上施設からの送電なしに賄うようにしたものに関する。

## 〔従来の技術〕

従来、海底油田開発にあたって、海底石油生産用の坑口装置やマニホールド装置等のための制御・情報伝送用あるいは計測等の電力供給は、海底のこれら装置へ洋上施設から電力ケーブルを引っ張ることによって行って来ており、海底で発電して電力を賄うという考えはない。したがって、比較すべき従来の技術がない。

## 〔発明の目的〕

本発明の目的は、簡単な構造で石油の自噴エネルギー等を利用して海底の坑口装置等の内部で自己発電することができ、送電用の電力ケーブルを廃止することが可能な発電機を提供することにある。

## 〔発明の概要〕

上記目的に沿う本発明は、坑井からの噴出流体等の高圧流体の海底流路中に、坑井の自噴圧力に耐え得る極めて高耐圧でかつ生産流体及び外部環境に対して耐蝕性を備えた円筒状本体をその軸芯が上記流路に沿うように配設する。

円筒状本体の内部には磁気軸受を介して浮上し、

本体軸芯と同一軸芯で回転する回転子が設けられ、この回転子の外周には極性の異なる永久磁石の磁極フィンを螺旋状に偶数極一体形成する。

また、この螺旋状に形成した磁極フィンと対向する円筒状本体の外周には固定コイルを密閉して抱き込んだ強磁性体の固定子が取り付けられている。

これにより、高圧流体が円筒状本体内部に流れ込むと、その流体圧が磁極フィンに作用して回転子を回転させる。この回転は磁気軸受により非接触で行われる。回転によりフィンから出る磁束が固定コイルを切り、コイルに電流が発生する。

#### [実施例]

本発明の実施例を第1図～第3図に基づいて説明すれば以下の通りである。

図は本発明の発電機を示す。

1は発電機の円筒状本体であり、海底石油生産用坑口装置の生産流体の流路と、坑井内サービスラインとの間を結ぶ連通パイプラインに、本体1の両端開口を直結できるようになっている。この

これらの磁極フィン4は流体エネルギーを回転エネルギーに変換するために、プロペラに類似して軸方向に螺旋状に巻きつけられた構造になっている。

また、回転子3の両軸端部はこれを軸方向外方に突出させて軸受支承部5となしている。これらの支承部5を支承する軸受6は両端開口から本体1内に嵌め込まれ、凸状支承部5と合致する凹状部を内側中央に有する。この凹凸関係は逆にしてもよい。軸受6の外周は例えば窓を開けた4本の腕7を軸方向外方に等角度に張り出して、これで本体1内に軸受6を固定する。軸受の外側中央は軸受外方に突出させて、流路抵抗を減少させる。軸受6の材料は本体1と同じチタン合金等から成形する。

特に、回転子3を非接触で支持して長期間に亘って摩耗を生じないように、軸受6を磁気軸受構造とする。そのために、凸状支承部5と凹状軸受6との相対向するテバ面及び突合せ面に同一磁極を向い合せた強力な永久磁石片8を配設し、その反発力でラジアル及びスラスト荷重を受けられ

直結手段としては、図示例では、もっとも簡易且つ確実に行えるように、本体開口にフランジ2を形成してフランジ結合できるようにしたものが示してあるが、突合せ溶接端子として信頼性を一層向上させるようにしてもよい。

上記本体1の材質は、強磁性体材料以外で、且つ原油・海水に対する耐蝕性を備えた強力材料から成り、例えば純チタン又はチタン合金が最適である。また、耐圧構造とするため十分な板厚を備えた円筒状になっている。

このような円筒状本体1の内部には本体軸芯と一致する軸芯を中心回転する円柱状の回転子3が設けられる。回転子3は永久磁石材料で成形され、その内部は軽量化を図るために中空になっている。また外周には磁極フィン4が一体成形されている。磁極フィン4は、図示例では2相交流を得るために、回転子3の周辺に90度間隔を隔てて交互にN極とS極を配した4極構造の永久磁石で構成される。したがって、単相交流を得る場合には2極で済み、また3相交流では6極必要となる。

るようにして回転子3を浮上支持する。なお、軸受6及び支承部5の対向面が仮に腐食しても磁石片8が落下して下流へ流出しないように、対向面に窪みを設け、ここに磁石片8を嵌め込んで接着する。

上述した磁極フィン4及び永久磁石片8の表面はメッキ等により耐蝕処理を施す。

回転子3の凸状支承部5と軸受6の凹状部とがクリアランスを保持して合致する円環状の入口部には、クリアランス内に流体中の砂等が流れ込むのを防止するために、プラスチックシールリング10が設けてある。このリング10は回転子側と軸受側とに設けた環状溝に跨って嵌め込まれている。材料としては、テフロン、ナイロン等が適当である。

一方、円筒状本体1の外部には固定子コイル11と固定子12とが取り付けられている。即ち、回転子3の磁極フィン4と対向する本体1の外周を深く抉り取って形成した環状溝13内に磁束変化により電流を発生する固定コイル11を装着す

る。このコイル11は磁極フィン4の螺旋形状と同一の傾れ角で配置されて、N極又はS極のみが同時に對向するコイルを切るようにする。また、コイル11はエポキシ樹脂等の高強度・耐絶縁性・耐水性・耐熱性の樹脂で固めてブロック化する。

そして、環状溝13内に装着したコイル11を抱き込むように、環状溝幅よりも幅広の円環状の固定子12が本体1の外周にOリング14を介して密接合されている。この固定子12は、強磁性体材料からなる固定子ヨークとして機能する。また、本体1との接続部周辺及び固定子表面には電食防止のために表面重防蝕塗装を施してある。

上記コイル11で発生する電流は、固定子12に設けられた止水金具15に海水が侵入しないようにシールされて導通されたリード線16より取り出され、蓄電池用充電電源装置に導かれる。

このようにして本発電機は構成されている。

ところで、上記のように構成された発電機は、既述したように高圧流体路に直結され、主として石油の自噴エネルギーを動力源として回転子3を回

⑥ 発電機の故障が石油生産の停止、公害発生、他の機械装置、パイプライン等に重大な影響を及ぼさないこと。即ち、システム全体の基本機能に影響を及ぼさないこと。

⑦ 本機を海底に設置した後は、長年月に亘って回収せず、そのまま使用できること。坑口装置の回収・保守時に本機を交換するようにするために、長期間、例えば5年以上の寿命を有すること。したがって、特に軸受等の摩耗が生じず、潤滑油が不要で極力低摩擦係数であること。

ところで、上記実施例の発電機は、本体1形状が耐圧構造に適した円筒状で、適正な板厚になっていること、及び材質がチタン等で製作されているため、①②③④⑤⑥⑦⑧の条件を満す。また、本体1及び軸受6が上記した材質で製作されており、回転子3、磁極フィン4、永久磁石片8の表面が耐蝕処理されているため、条件①③⑤⑥⑦⑧を満足する。

また、条件⑨についてはプラスチックシールリング10がこれを保証する。即ち、プラスチック

転させ、発電するものである。したがって、通常の発電機と比較して、次のような種々の条件を満たす必要がある。

- ① 適用坑井によっては350 kgf/cm<sup>2</sup>以上の内圧にもなる坑井の自噴圧力に充分耐えること。
- ② 使用環境が海中であるため、水深に応じた外圧に十分耐え、また生物の付着等で汚損されても機能障害が生じないこと。
- ③ 原油、天然ガス、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O等の生産流体に腐食されにくい内部構造を有していること。
- ④ 海水腐食を生じにくい外部構造を有していること。
- ⑤ 井戸によって異なるが100℃以上にもなる生産流体の温度に耐えられること。
- ⑥ 生産流体と共に砂が流出しても故障しにくいこと。
- ⑦ スルーフローライン及びワイヤライン作業の支障にならない位置に組み込める事。即ち、生産ラインとサービスライン間のバイパスラインに組み込める程の小型形状をしていること。

シールリング10は、回転子3の回転によって長期間の運転後には当然摩耗を生じる。しかし、永久磁石片8同士の反発力によって、プラスチックシールリング10に付加されている荷重は、リングの長さが減るにつれて減少する。このため、プラスチックシールリング10が完全に摩滅することは起り得ない。しかも、プラスチックシールリング10は軸受6及び回転子3に跨っているため、永久磁石片8間に嗜み込んで回転の支承となるような大きな砂の侵入を防止することができる。

一方、条件⑦の小形化については、内部の回転子3が磁極フィン4を一体形成した永久磁石であって簡素な構造となっており、外部も本体1とこれに嵌合した固定子12とから成るという簡単な構成であるから、小型化の要請に充分応えることができる。

また、発電機で最も故障しやすい回転子3の軸受部分を磁気軸受としたので、摩耗が生じにくい。仮に、軸受が故障したとしても、回転子3の磁極フィンの間を生産流体が通過可能な構造となって

いるので、回転子の停止がもたらす生産流体のストップという最悪の事態を回避できるため、上記④の条件を満足する。即ち、海底発電機能が停止するのみであり、石油生産は継続可能である。

そして、固定子コイル11は、内外圧の影響を受けない密閉された環状溝13内に収納され、しかもエポキシ樹脂等の高強度、耐絶縁性、耐蝕性、耐水性の樹脂プロック内に固定されたので、仮に海水が侵入しても絶縁低下、断線等の事故が起りにくく、上述した磁気軸受構造とともに高寿命となり、したがって、条件④を満す。

さて、上記のような構成において、天然ガス又は石油が噴出すると、この噴出流体は円筒状本体1内に流れ込み、磁極フィン4に作用して回転子3を回転させる。この回転に伴って磁極フィン4から固定子12に抜ける磁束が固定子コイル11を切るため、コイル11に電流が発生する。この電流はリード線16を介して取り出され電源装置に供給される。

また、噴出前及び坑井が自噴能力を失った後に

また磁極フィンの間を流体が通過できるので仮に回転子の回転が不能になっても、石油生産停止に至るような重大事故は防止でき、発電機を取り外す必要もない。

なお、発電機の保守はツリー回収時に行うが、発電機の運転は、生産ラインとサービスライン間を連通して流体を流すときのみ行われるため、長期間の連続運転は通常行われず、従って、軸受の摩耗を制御でき保守期間も長くすることができる。

なお、第4図は第1図の実施例の変形例を示すもので、第1図と異なる点は、磁気軸受部を一体形の永久磁石で構成した点である。即ち、軸受26の内側中央に永久磁石から成る凸状部を一体的に取り付けると共に、この凸状部27と合致する凹状支承部25を回転子3の両輪端部に一体形成したもので、これにより構造をより簡素化できるという利点が得られる。

#### 〔発明の効果〕

以上述べたとおり本発明によれば次のような優れた効果を發揮する。

おいては、洋上施設から泥水流等の流体をサービスライン内に圧送し本発電機を、圧送した流体エネルギーによって回転、発電させる。

このように、上記実施例によれば、海底からの流体エネルギーを駆動源とする発電機を、天然ガスや石油等の生産流体が自噴能力を失った後は洋上から圧送する泥水のエネルギーによって駆動するようにしたので、噴出の前後にかかわらず海底でいつでも発電を行うことができる。しがて、洋上施設から海底の坑口装置までの間に電力ケーブルを張設することなく、坑口装置の制御・情報伝送用の電力を賄うことができ、洋上施設からは単に光信号を伝送する光ケーブルのみを張設するだけで、坑口制御装置の遠隔操作が可能となる。

また、本体を耐内圧性、かつ原油に対する耐蝕性を備えた形状及び材質とし、これを流体路とフランジ結合する完全密閉構造としたので、外部に原油やガスが漏洩するおそれがなく、安全性に優れている。特に、回転子が磁気軸受で支承されて回転するので、長期間、軸受の摩耗が生じない。

- (1) 円筒状本体が高圧流体内圧及び海水外圧に耐えるように高耐圧・耐蝕に形成されているので、加圧力で破裂したり押し潰されたりすることがなく、また、回転子は磁気軸受によって浮上支持されているので、長期間に亘っても軸受部に摩耗が生じることがなく、安全性及び信頼性に優れている。
- (2) 流体エネルギーを回転エネルギーに変換する螺旋状磁極フィンを回転子に一体に形成したので、構造を簡素化できる。
- (3) 流れるある流体中に設置すればよいので、石油の自噴エネルギーは勿論のこと、石油噴出前又は自噴能力が失われた後であっても噴出ガスやあるいは洋上から供給する泥水液体等のエネルギーで発電することができる。したがって、従来海底の坑口装置やマニホールド装置等に洋上施設から引いていた送電用の電力ケーブルを廃止することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例に係る発電機の概

断面図、第2図は第1図の左側面図、第3図は第1図のⅢ-Ⅲ線矢視断面図、第4図は本発明の他の実施例に係る発電機の縦断面図である。

図中、1は円筒状本体、3は回転子、4は磁極フィン、6は磁気軸受、8は磁気軸受の構成要素である永久磁石片、11は固定コイル、12は固定子である。

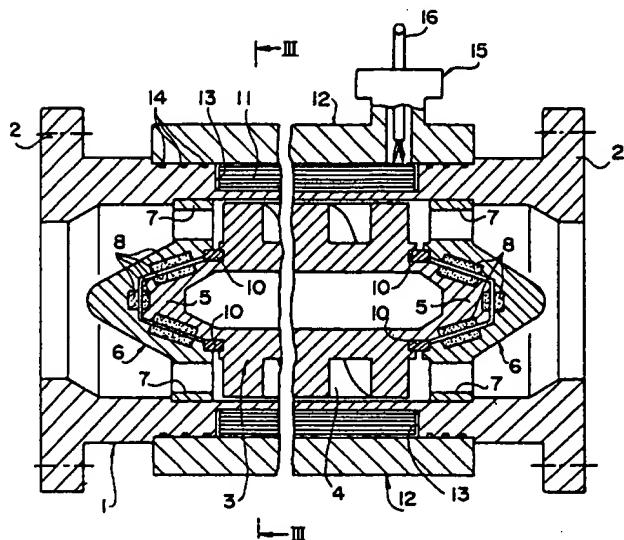
特許出願人

石川島播磨重工業株式会社

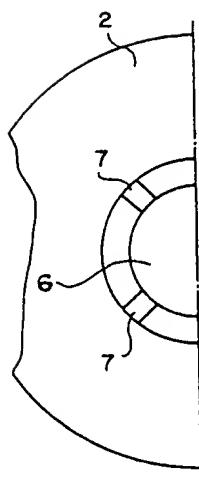
代理人弁理士

綱 谷 信 雄

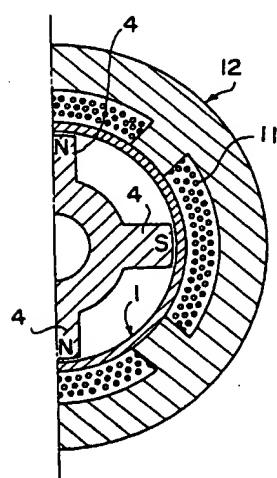
1: 円筒状本体	8: 磁気軸受を構成する永久磁石片
3: 回転子	11: 固定コイル
4: 磁極フィン	12: 固定子
6: 軸受	



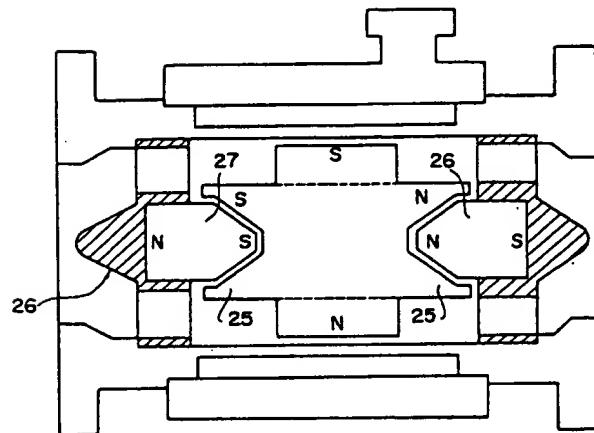
第1図



第2図



第3図



第4図

PAT-NO: JP362095952A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 62095952 A

TITLE: GENERATOR

PUBN-DATE: May 2, 1987

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
YOKONO, NAOYUKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME COUNTRY  
ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY IND CO LTD N/A

APPL-NO: JP60234455

APPL-DATE: October 22, 1985

INT-CL (IPC): H02K021/14, H02K007/09 , H02K007/18

US-CL-CURRENT: 310/168

ABSTRACT:

PURPOSE: To make it possible to generate the power with the flowing energy of petroleum by providing a rotor in the casing main body of the cylinder through the magnetic bearing and on the outside circumference of the rotor by forming a magnetic pole fin, opposite to which on the outside circumference of the casing main body a stator is installed.

CONSTITUTION: A rotor 3 is provided which rotates with an identical shaft centre to the main body shaft centre through a magnetic bearing 8 inside a cylindrical casing main body 1 of high pressure proof. In even numbers of magnetic poles a magnetic pole fin 4 of different polarity is integrally formed on the outside circumference of this rotor 3. On the outside circumference of the casing main body 1 opposite to the magnet pole fin 4 a stator 2 is fitted. The blowout liquid such as petroleum, etc. flows into the cylindrical casing main body 1 and acts upon the magnetic pole fin 4 to rotate the rotor 3 and to generate the current in a coil 11.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&Japio